SEZNAM OBRÁZKŮ 9
SEZNAM TABULEK 12
SEZNAM ZKRATEK 13
SEZNAM POUŽITÝCH KNIHOVEN 14
PŘEDMLUVA 16
1 CHARAKTERISTIKA LABORATORNÍCH CVIČENÍ PŘEDMĚTU MĚŘENÍ NEELEKTRICKÝCH VELIČIN 18
1.1 Seznam připravených laboratorních cvičení 18
1.2 Definice polohových úhlů 20
2 POPIS HW MODERNIZOVANÉHO PROSTŘEDÍ PRO REALIZACI LABORATORNÍCH CVIČENÍ 21
2.1 Cíl cvičení 21
2.2 Úkoly pro cvičení 21
2.3 Modernizované prostředky na realizaci 21
2.3.1 Elektrické schéma zapojení modernizovaného vývojového modulu 22
2.3.2 Význam pinů modulu Arduina Pro Mini: 23
2.4 Blokové schéma zapojení modernizovaného vývojového modulu 23
2.4.1 Obsazení pinů Arduina pro obsluhu připravených zobrazovačů 23
2.5 Zobrazení měřených veličin 24
2.5.1 Úvodní zobrazení výsledků na COM portu: 25
2.5.2 Výpis stěžení části programu, doplněný o obsluhu OLED 26
2.6 Vývojový diagram 28
2.7 Programové prostředky 28
2.7.1 I2C Scaner 28
2.7.2 Sériová linka programovými prostředky 29
2.7.3 Využití procesního kódu pro PC 29
2.7.3.1 Formát komunikace mezi Arduinem a programy v PC vytvořenými v procesním kódu 30
3 PRINCIP MĚŘENÍ ANALOGOVÉHO NAPĚTÍ S POMOCÍ MĚŘICÍHO ŘETĚZCE 31
3.1 Cíl cvičení 31
3.2 Úkoly pro cvičení 31
3.3 Prostředky pro realizaci 31
3.3.1 Popis A/D převodníku WSH 572 31
3.3.2 Popis A/D převodníku WSH 570 33
3.3.3 Popis vzorkovacího zesilovače MAC 198 34
3.3.4 Popis analogového multiplexeru MAB 16 35
3.4 Schéma zapojení laboratorního přípravku 35
3.5 Zobrazení měřených veličin 38

3.5.1 Měření časových průběhů na A/D převodníku WSH572 ... 38
3.5.2 Měření časových průběhů na A/D převodníku WSH570 ... 39
3.5.3 Měření časových průběhů na vzorkovacím zesilovači ... 40
3.5.4 Měření časových průběhů na analogovém multiplexeru ... 42
3.5.5 Měření časových průběhů na měřícím řetězci ... 43
3.5.6 Měřící řetězec integrovaný v Arduinu ... 45
4 MĚŘENÍ VZDÁLENOSTI ULTRAZVUKEM ... 47
4.1 Cíl cvičení ... 47
4.2 Úkoly pro cvičení ... 47
4.3 Prostředky pro realizaci ... 47
4.3.1 Princip funkce ultrazvukového modulu HC–SR04 ... 47
4.3.2 Popis upraveného ultrazvukového modulu HC–SR04 ... 49
4.4 Schéma zapojení na Vývojovém modulu ... 50
4.5 Varianty komunikace ... 50
4.5.1 Komunikace přes rozhraní GPIO ... 51
4.5.2 Komunikace přes rozhraní I2C ... 52
4.5.3 Komunikace přes rozhraní UART ... 54
4.5.4 Komunikace přes rozhraní 1–Wire ... 55
4.6 Zobrazení měřených veličin ... 55
4.6.1 Příklad zobrazení výsledků na LCD: ... 56
4.6.2 Příklad zobrazení výsledků na COM portu: ... 56
4.7 Výpis stěžejní části programu ... 56
4.7.1 Pro komunikaci přes rozhraní GPIO ... 56
4.7.2 Pro komunikaci přes rozhraní I2C ... 57
4.7.3 Pro komunikaci přes rozhraní UART ... 58
4.8 Vývojový diagram ... 60
4.8.1 Vývojový diagram pro komunikaci přes rozhraní GPIO ... 60
4.8.2 Vývojový diagram pro komunikaci přes rozhraní I2C ... 61
4.8.3 Vývojový diagram pro komunikaci přes rozhraní UART ... 62
4.9 A něco navíc – „signalizace couvání“ ... 62
4.9.1 Výpis části programu pro „signalizaci couvání“ ... 63
4.9.2 Doplněný vývojový diagram pro signalizaci couvání ... 64
4.10 Zobrazené detekované hodnoty ultrazvukového signálu na PC – „RADAR“ ... 64
4.11 Vývojový diagram ... 66
4.11.1 Vývojový diagram pro Arduino: ... 66
4.11.2 Vývojový diagram pro processing kód pro PC: ... 67
5 MĚŘENÍ S INFRAČERVENÝMI (IR) DIODAMI – DETEKCE INTENZITY A SMĚRU PLAMENE ... 68
5.1 Cíl cvičení ... 68
5.2 Úkoly pro cvičení ... 68

5.3 Prostředky pro realizaci ... **68**
5.4 Schéma zapojení na Vývojovém modulu ... **69**
5.5 Zobrazení měřených veličin ... **69**
5.5.1 Příklad zobrazení výsledků na LCD ... 69
5.5.1.1 Způsob obsluhy OLED ... 69
5.5.2 Příklad zobrazení výsledků na COM portu: ... 70
5.6 Výpis stěžejní části programu ... **70**
5.7 Zobrazení detekované hodnoty infračerveného záření v PC – „PLAMEN“ ... **73**
5.8 Vývojový diagram ... **74**
5.8.1 Vývojový diagram pro Arduino: ... 74
5.8.2 Vývojový diagram pro processing kód pro PC: ... 75
6 MĚŘENÍ SRDEČNÍHO TEPU A OKYSLIČENÍ KRVE ... **76**
6.1 Cíl cvičení ... **76**
6.2 Úkoly pro cvičení ... **76**
6.3 Prostředky pro realizaci ... **76**
6.3.1 Princip měření přiložením prstu ke snímačům ... 77
6.3.2 Princip měření srdečního tepu ... 77
6.3.3 Princip měření okysličení krve – oxymetrie ... 77
6.3.4 Popis použitého modulu s obvodem MAX30100 ... 78
6.3.4.1 HW úpravy na modulu ... 79
6.3.4.2 Popis nastavení proudu diodou!!! ... 79
6.4 Schéma zapojení na Vývojovém modulu ... **80**
6.5 Zobrazení měřených veličin ... **80**
6.5.1 Příklad zobrazení výsledků na LCD: ... 81
6.5.2 Příklad zobrazení výsledků na COM portu: ... 81
6.6 Výpis stěžejní části programu ... **82**
6.7 Vývojový diagram ... **83**
7 MĚŘENÍ NA MAGNETOMETRU – ARDUINO KOMPAS ... **84**
7.1 Cíl cvičení ... **84**
7.2 Úkoly pro cvičení ... **84**
7.3 Prostředky pro realizaci ... **84**
7.3.1 Přepočet změřených složek intenzity magnetického pole na kurz ... 85
7.4 Schéma zapojení na Vývojovém modulu ... **86**
7.5 Zobrazení měřených veličin ... **86**
7.5.1 Příklad zobrazení výsledků na LCD, 7 mi segmentovém a OLED ... 86
7.5.2 Příklad zobrazení výsledků na COM portu: ... 87
7.6 Výpis stěžejní části programu ... **87**
7.7 Vývojový diagram ... **90**
8 MĚŘENÍ NA RFID – IDENTIFIKACE OSOB ... **91**

8.1 Cíl cvičení ... **91**
8.2 Úkoly pro cvičení ... **91**
8.3 Prostředky pro realizaci ... **91**
8.4 Schéma zapojení na Vývojovém modulu ... **92**
8.5 Zobrazení měřených veličin ... **93**
8.5.1 Příklad zobrazení výsledků na LCD: ... 94
8.5.2 Příklad zobrazení výsledků na COM portu: ... 94
8.6 Výpis stěžejní části programu ... **95**
8.7 Vývojový diagram ... **97**
9 MĚŘENÍ HMOTNOSTI S VYUŽITÍM TENZOMETRŮ ... **98**
9.1 Cíl cvičení ... **98**
9.2 Úkoly pro cvičení ... **98**
9.3 Prostředky pro realizaci ... **98**
9.4 Schéma zapojení na Vývojovém modulu ... **99**
9.5 Komunikace s Arduinem ... **100**
9.5.1 Kalibrace tenzometru s modulem HX 711 ... 102
9.5.2 Vážení na tenzometru s modulem HX 711 ... 103
9.5.3 Společná kalibrace a vážení na tenzometru s modulem HX 711 ... 103
9.6 Zobrazení měřených veličin ... **103**
9.6.1 Příklady zobrazení výsledků na LCD: ... 103
9.6.1.1 Dekódování vysílaných dat z modulu HX 711 ... 104
9.6.1.2 Kalibrace tenzometru s modulem HX 711 ... 104
9.6.1.3 Vážení na tenzometru s modulem HX 711 ... 104
9.6.1.4 Kombinovaná forma kalibrace a vážení na tenzometru s modulem HX 711 ... 104
9.6.2 Příklad zobrazení výsledků na COM portu: ... 104
9.6.2.1 Dekódování vysílaných dat z modulu HX 711 ... 104
9.6.2.2 Kalibrace tenzometru s modulem HX 711 ... 105
9.6.2.3 Vážení na tenzometru s modulem HX 711 ... 105
9.6.2.4 Kombinovaná forma kalibrace a vážení na tenzometru s modulem HX 711 ... 106
9.7 Výpis stěžejní části programu ... **106**
9.7.1.1 Dekódování vysílaných dat z modulu HX 711 ... 106
9.7.1.2 Kalibrace tenzometru s modulem HX 711 ... 107
9.7.1.3 Vážení na tenzometru s modulem HX 711 ... 108
9.7.1.4 Kombinovaná forma kalibrace a vážení na tenzometru s modulem HX 711 ... 109
9.8 Vývojový diagram ... **110**
10 MĚŘENÍ HOŘLAVÝCH PLYNŮ ... **112**
10.1 Cíl cvičení ... **112**
10.2 Úkoly pro cvičení ... **112**
10.3 Prostředky pro realizaci ... **112**
10.4 Schéma zapojení na Vývojovém modulu ... **113**

10.5 Zobrazení měřených veličin **113**
10.5.1 Příklad zobrazení výsledků na LCD: 113
10.5.2 Příklad zobrazení výsledků na COM portu: 114
10.6 Výpis stěžejní části programu **114**
10.7 Vývojový diagram **116**
11 MĚŘENÍ INTENZITY SVĚTLA **117**
11.1 Cíl cvičení **117**
11.2 Úkoly pro cvičení **117**
11.3 Prostředky pro realizaci **117**
11.4 Schéma zapojení na Vývojovém modulu **119**
11.5 Zobrazení měřených veličin **119**
11.5.1 Příklad zobrazení výsledků na LCD: 120
11.5.2 Příklad zobrazení výsledků na COM portu: 120
11.6 Výpis stěžejní části programu **120**
11.7 Vývojový diagram **121**
12 MĚŘENÍ BAREVNÉHO SPEKTRA MATERIÁLU **122**
12.1 Cíl cvičení **122**
12.2 Úkoly pro cvičení **122**
12.3 Prostředky pro realizaci **122**
12.4 Schéma zapojení na Vývojovém modulu **125**
12.5 Zobrazení měřených veličin **125**
12.5.1 Příklad zobrazení výsledků na LCD: 125
12.5.2 Příklad zobrazení výsledků na COM portu: 126
12.6 Výpis stěžejní části programu **126**
12.7 Processing kód **127**
12.8 Vývojový diagram **128**
12.8.1 Vývojový diagram pro Arduino: 128
12.8.2 Vývojový diagram pro processing kód pro PC: 128
13 MĚŘENÍ ROTAČNÍHO ZRYCHLENÍ POLOHY S GYROSKOPEM A AKCELEROMETREM – MEMS SNÍMAČE **129**
13.1 Cíl cvičení **129**
13.2 Úkoly pro cvičení **129**
13.3 Prostředky pro realizaci **129**
13.3.1 3–osý gyroskop 129
13.3.2 3–osý akcelerometr 130
13.3.3 Digitální pohybový procesor (DMP) 130
13.4 Schéma zapojení na Vývojovém modulu **131**
13.5 Zobrazení měřených veličin **131**
13.5.1 Příklad zobrazení výsledků na LCD a OLED: 132
13.5.2 Příklad zobrazení výsledků na COM portu: 132

13.6 Výpis stěžejní části programu **132**
13.7 Vývojový diagram **136**
14 MĚŘENÍ NA TERMISTORECH – ARDUINO **137**
14.1 Cíl cvičení **137**
14.2 Úkoly pro cvičení **137**
14.3 Prostředky pro realizaci **137**
14.3.1 Výpočet teploty pro NTC termistor: 138
14.3.2 Výpočet teploty pro PTC termistor: 139
14.3.3 Kalibrace 139
14.4 Schéma zapojení na vývojovém modulu **139**
14.5 Zobrazení měřených veličin **140**
14.5.1 Příklad zobrazení výsledků na LCD a OLED: 140
14.5.2 Příklad zobrazení výsledků na COM portu: 140
14.6 Výpis stěžejní části programu **141**
14.7 Vývojový diagram **143**
LITERATURA **144**